

MUNICH

THESIS

1967

**Untersuchungen über die plastische
Dehnbarkeit des Myometrium
einhörnig trächtiger und nicht trächtiger
Ratten**

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF. 94304

KLAUS PETER } BUTTNER



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153723_0092

Aus der I. Frauenklinik und Hebammen-Schule der Universität
München

Direktor: Prof. Dr. med. W. BICKENBACH

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PLASTISCHE DEHNBARKEIT DES
MYOMETRIUM EINHÖRNIG TRÄCHTIGER UND NICHT TRÄCHTIGER RATTEN.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

KLAUS PETER BÜTTNER

aus

München

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Bickenbach
 2. Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. F. Zimmer
- Dekan: Professor Dr. Kiese

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Mai 1967

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PLASTISCHE DEHNBARKEIT
DES MYOMETRIUM EINHÖRNIG TRÄCHTIGER RATTEN.

Einleitung:

Für das Wachstum des Myometrium in der Schwangerschaft wird

1. ein chemisch, hormonaler Reiz und
2. ein physikalisch, mechanischer Reiz beschrieben.

(Amati; Davis; Fellner; Froböse; Goertler;
Knaus; Markee, Wells und Hinsey; Reynolds;
Stieve; Zimmer (1963)).

Dabei wird der hormonale Reiz in erster Linie für ein Wachstum durch Hyperplasie und der mechanische Reiz hauptsächlich für ein Wachstum durch Hypertrophie verantwortlich gemacht (F. Zimmer, (1963)).

Als Folge der durch die genannten Reize bedingten Gewebsveränderungen zeigt das Myometrium in der Schwangerschaft andere Materialeigenschaften als im nichtschwangeren Zustand.

Wie die Untersuchungen von R. Castell (1965) und C. Wood (1964) zeigen, lässt sich eine signifikante Änderung des elastischen Verhaltens des Myometrium während der Schwangerschaft nicht nachweisen.

C. Wood (1964) und F. Zimmer (1962) fanden aber eine Zunahme der plastischen Nachgiebigkeit im Verlauf der Gravidität.

F. Zimmer, Castell, Ewald und Büttner (1965) ergänzten diese Ergebnisse später insofern, als sie einen Verbrauch der plastischen Nachgiebigkeit des Myometrium durch die passive Dehnung des Muskels infolge der intrauterinen Volumenzunahme beschreiben.

Die vorliegende Arbeit soll an Hand von Dehnungsversuchen am Gesamtorgan in vitro eine experimentelle Bestätigung für den Verbrauch der plastischen Nachgiebigkeit während der Schwangerschaft liefern. Dazu diente der Vergleich der Dehnbarkeit des Myometrium von trächtigen Uterushörnern

mit nichtträchtigen Uterushörnern desselben Tieres. Als die Basis dieses relativen Vergleiches wurde die Dehnbarkeit des Myometrium unbehandelter nichtträchtiger Rattenuterushörner gewählt.

MATERIAL UND METHODE

1. Versuchstiere:

Zum Versuch wurden geschlechtsreife weibliche Ratten vom Sprague - Dawley Stamm in geschlossener Kolonienzucht herangezogen. Die Tiere wurden einzeln in P A G - Versuchstierkäfigen gehalten (Wasser ad libidum; Hope - Farms laboratory diet - R.M.H. - T.M.B.; Gewicht anticoncept. 230 - 300 g).

Den Tieren wurde jeweils operativ ein Eileiter unterbrochen und etwa 4 Monate nach dem Eingriff eine Tragzeit zugelassen; so kam es bei den Tieren zu einer einhörnigen Schwangerschaft (Knaus 1929).

Durch Nachweis von lebenden Spermien im morgentlichen Scheidenabstrich konnte der Konzeptionstermin und damit die Tragzeit bestimmt werden.

2. Versuchspräparate:

Am 21. Tag der Tragzeit, also unmittelbar vor dem Geburtstermin, wurden die Tiere narkotisiert und durch Genickschlag getötet.

Nach schneller Eröffnung der Bauchhöhle konnte der Uterus in toto entfernt werden. Die Uterushörner liessen sich gut vom Mesometrium abtrennen, bis zur Vereinigung beider Hörner. Von hier ab verlaufen sie, umgeben von einer gemeinsamen Ringmuskelschicht, weiter zu ihren Portiones. An der Gabelung wurden die Hörner so abgetrennt, dass der Schnitt rechtwinklig zur Achse des Hornes lag. So konnte jeweils das trächtige mit dem nichtträchtigen Horn eines Tieres verglichen werden.

Die Präparation erfolgte in Krebs-Henseleit-

Lösung unter einer Temperatur von 30 Grad C, die zur Sauerstoffanreicherung mit Carbogen durchperlt wurde. Jedes Horn wurde auf eine olivenartig geformte V 2 A - Stahl - Kanüle aufgebunden und am ovariellen Ende durch Tu-benligatur abgedichtet, sodass das Ovar ab-getragen werden konnte.

3. Versuchsdurchführung:

Die Uterushörner wurden auf Löschpapier ab-getrocknet und gewogen. (Messfehler + 0,5 mg) (Dividiert man das Gewicht des jeweiligen Horns durch das spezifische Gewicht ($\rho = 1,06 \text{ g cm}$), so erhält man das Gesamtvolumen des als Zylinder abproximierten Uterusschlau-ches). Anschliessend wurden die Uterushör-ner über ein Leitungssystem von einem Hochbe-hälter aus einer indigocarmingefärbten Krebs - Henseleit - Lösung unter einem konstanten Druck von 10 mm Hg gedehnt. Undichte Präpa-rate liessen sich am Austritt der blauen Füll-flüssigkeit erkennen. Der Vorgang dauerte 40

Minuten. Als Ausgangsvolumen galt das Gesamtvolumen V_O des Horns, dem in den Diagrammen der Ausgangswert 100 % entspricht. Die sterilen Uterushörner der trächtigen Tiere kamen am 21. Tag der Tragzeit unmittelbar vor dem Wurf zum Experiment. Die Uterushörner nicht-trächtiger Tiere wurden dabei zur Entfaltung ihres Lumens 1/2 Minute lang unter einem Druck von 4 mm Hg vorgefüllt. Das Ausgangsvolumen V_O ergab sich aus dem Gesamtvolumen V_G des Horns und dem Vorfüllvolumen V_V ($V_O = V_G + V_V = 100 \%$). Das Füllvolumen konnte mit verschiedenen grossen waagrecht angeordneten Messrohren, in deren Lumen eine Luftblase jede Volumenveränderung anzeigte (Messfehler $\pm 0,4 \%$), bestimmt werden.

Die Längenzunahme des Präparates konnte fortlaufend an einer parallel zum Uterushorn angebrachten Meßschiene abgelesen werden. Das Präparat befand sich während des ganzen Versuches in carbogen-durchperlter Krebs - Henseleit - Lösung von 30°C . Dieser war Papaverinsulfat

in einer Konzentration von 10^{-4} (g/ml) zugesetzt, um die Spontanaktivität des Myometrium auszuschalten. Die Längen- und Volumenzunahme des Uterushorns registrierte ich in Zeitabständen von 1/2 Minute anfänglich, später dann alle 2 bis 4 Minuten über die gesamte Versuchsdauer.

4. Versuchsauswertung:

Aus den durch die Versuche gewonnenen Längen- und Volumenzuwachswerten der Uterushörner liessen sich Volumen - und Oberflächenzunahme prozentual zu den jeweiligen Ausgangsgrössen in Abhängigkeit von der Zeit als Kurven darstellen.

ERGEBNISSE:

Die Volumenzeitdiagramme, die wir durch Dehnungsversuche an hochträchtigen Uterushörnern (Deh-

nungsdruck 10 mm Hg) erhielten, stellen zur Abszisse konkav verlaufende Kurven dar. (Abb. I a; 5 Versuche)

Dabei ergaben sich nach 40-minütiger Dehnung Volumenzuwachswerte von 128 % - 188 %.

Die Zuwachswerte zwischen 10. und 40. Minute betrugen 16 % - 33 %, im arithmetischen Mittel 22 %.

Die Oberflächen - Zeit - Diagramme ergaben bei geringerer Streuung nach 40 Minuten eine Oberflächenzunahme zwischen 297 % - 360 % der Ausgangsgrösse. Von der 10. bis zur 40. Minute betrugen die Zuwachswerte 11 % - 28 %, im Mittel 17 % des Volumens (Abb. I b; 7 Versuche).

Die sterilen Uterushörner derselben Tiere liefern Volumen - Zeit - Diagramme, deren Kurven einen insgesamt viel steileren Verlauf zeigen und dementsprechend weit höhere Volumenzuwachswerte aufweisen. Im Verlauf der 40 Minuten dauernden Dehnung kommt es hier zu einer Volumenzunahme von

412 % - 747 %. Während der 10. - 40. Minute
nimmt das Volumen zwischen 79 % und 176 %, im
Mittel 113 % zu (Abb. II a; 5 Versuche).
=====

Die dazugehörigen Oberflächen - Zeit - Diagram-
me lassen einen ähnlichen Verlauf erkennen, die
Oberflächenzuwachswerte streuen jedoch weniger
und betragen zwischen Beginn und 40. Minute
327 % bis 462 %; zwischen 10. und 40. Minute
42 % - 76 %, im Mittel 55,5 % (Abb. II b; 5 Ver-
suche).
=====

Für die Uterushörner nichtträchtiger Tiere er-
gab sich bei einem Fülldruck von 20 mm Hg nach
40 Minuten ein Volumenzuwachs von 144 % bis
400 % (Abb. III a; 11 Versuche). Von der 10.
bis 40. Minute betrug die Volumenzunahme zw-
ischen 9 % und 142 %; im Mittel 62 %.
=====

Die Volumenzunahme während der Vorfüllung (1/2
Minute, 4 mm Hg) betrug im Mittel 49,5 % (26,0 % -
63,0 %).
=====

Die entsprechenden Oberflächenzuwachswerte be-

wegen sich zwischen 316 % und 415 % nach 40-minütiger Dehnung; bzw. zwischen 14,5 % und 65 % von der 10. bis zur 40. Minute, im Mittel 49 % (Abb. III b; 5 Versuche).

DISKUSSION:

Die Volumen - Zeit - Kurven der nichtträchtigen Uterushörner schwangerer Tiere verlaufen insgesamt wesentlich steiler als die Kurven, die an den dazugehörigen trächtigen Hörnern gewonnen wurden. Der Volumenzuwachs nach 40-minutenlanger Dehnung liegt bei ersteren um das Doppelte bis Dreifache höher als bei letzteren. Betrachtet man den Verlauf der Dehnungskurven zwischen der 10. und 40. Minute, so zeigt sich, dass deren Steigung bei den sterilen Hörnern im Mittel 5 mal so gross ist wie bei den trächtigen Hörnern. Der Anstieg in diesem Bereich der Kurven ist ein Mass für das plastische Nachgeben des Myometrium im Verlauf einer längeren Dehnung.

Die Oberflächen - Zeit - Kurven, die ein genaueres Bild über das plastische Nachgeben der Uteruswand vermitteln und eine geringe Streuung aufweisen, bestätigen diesen Befund. Mit Ausnahme eines Uterus, dessen trächtiges und steriles Horn gleiche Steigung ihrer Kurven zwischen 10. und 40. Minute erkennen lassen, gilt auch hier, dass die Kurven steriler Hörner in der zweiten Hälfte des Dehnungsversuches etwa mehr als dreimal so steil ansteigen wie diejenigen der dazugehörigen trächtigen Hörner.

Aus diesen Befunden lässt sich schliessen, dass die Fähigkeit des Myometrium zu plastischem Nachgeben an trächtigen Uterushörnern bei der von uns angewandten Druckbelastung weitgehend verbraucht sein muss als Folge der bereits vorausgegangenen Dehnung der Uteruswand durch die wachsenden Früchte.

Es kann angenommen werden, dass die Veränderung der plastischen Eigenschaften des Myometrium während der Schwangerschaft unter anderem eine

Folge des Hormoneinflusses ist (Csapo 1956, Csapo 1959, Fellner 1913, Zimmer 1963). Berücksichtigt man nun, dass bei den sterilen Hörnern der von den Plazenten ausgehende lokale Hormoneinfluss fehlt, so ist deren größere plastische Nachgiebigkeit gegenüber den trächtigen Hörnern um so bemerkenswerter.

Zimmer, Castell, Ewald und Büttner (1965) fanden, dass für die Dilatation des Rattenuterus sowohl während der Schwangerschaft als auch im Experiment die dabei auftretende Wandspannung von erheblicher Bedeutung ist; insofern als die Wandspannung nicht nur von dem intrauterinen Druck, sondern auch von Radius und Wandstärke des Uterus abhängig ist. In den hier genannten Dehnungsversuchen an schwangeren Tieren, die alle mit einem Fülldruck von 10 mm Hg durchgeführt wurden, tritt in Analogie zu den Ergebnissen von F. Zimmer an den trächtigen Hörnern eine wesentlich höhere Wandspannung auf, als an den sterilen Hörnern. Obwohl dabei das Myometrium des trächtigen Horns

unter einer höheren Wandspannung steht, gibt es bei höherer Dehnungsbeanspruchung weniger plastisch nach als das Myometrium des sterilen Horns. Das ist ein weiterer Hinweis dafür, dass die plastische Nachgiebigkeit des trächtigen Horns am Ende der Tragzeit weitgehend erschöpft sein muss. Wenn wir unsere an sterilen Hörnern trächtiger Ratten gefundenen Ergebnisse mit denen vergleichen, die, wenn auch unter etwas anderen Versuchsbedingungen (Vorfüllung, 20 mm Hg Fülldruck), an Uterushörnern nichtträchtiger Tiere gewonnen wurden, so finden wir, dass die plastische Nachgiebigkeit der sterilen Hörner trächtiger Tiere grösser ist als die von Uteri nichtträchtiger Tiere. Betrachtet man nämlich die Oberflächen - Zeit - Diagramme (Abb. II b), so sieht man, dass trotz des unterschiedlichen Dehnungsdruckes die Kurven der sterilen Hörner ($p = 10$ mm Hg) während der zweiten Hälfte des Dehnungsversuches im Durchschnitt doppelt so steil ansteigen wie die Kurven nichtträchtiger Hörner, die mit doppelt so hohem Druck gedehnt wurden ($p = 20$ mm Hg). Der Befund, dass

das schwangere Myometrium plastisch nachgiebiger ist als das nichtschwangere (C. Wood und F. Zimmer), lässt sich damit bestätigen.

Die damit festgestellte Zunahme der plastischen Nachgiebigkeit des Myometrium während der Tragzeit steht aber nicht im Widerspruch zu den eingangs demonstrierten Befunden, die bei hochträchtigen Uteri ein geringeres plastisches Nachgeben zeigen, als bei nichtschwangeren Uteri. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich ebenfalls aus dem bereits besprochenen Verbrauch der Plastizität dieser Muskulatur im Verlauf der Tragzeit.

SUMMARY:

Dehnungsexperimente am Myometrium einhörnig schwangerer und nichtschwangerer Ratten zeigen, dass das Myometrium des trächtigen Horns mit der Zunahme der Plastizität während der Tragzeit auch gleichzeitig durch die wachsen-

den Früchte so stark plastisch gedehnt wird, dass im Dehnungsexperiment die Nachgiebigkeit der Muskulatur schliesslich geringer wird als im nichtträchtigen Muskel.

Im Verlauf der Gravidität lässt sich die Übereinstimmung zu den anderen Autoren keine Änderung der elastischen Eigenschaften des Myometrium feststellen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. A m a t i , G.
Sul coraportamento della muskulatura
del'utero durante la gravidanza.
Boll Socc. Med- Chir. Pavia 35, (1922)
2. Castell, R. und Lierse, W.
Acta anatomica (1965)
3. C s a p o , A.
The mechanism of myometrial function
and its disorders.
Mod. Trenc. Obsttr. Gynec. 20, 20 (1956)
4. C s a p o , A.
Function and regulation of the myometrium.
Ann. N.Y. Acad. 75, 790 (1959)
5. D a v i e s , J.S.
Hormonal control of plasma and erythrocyte
volumes of rat uterus.
Amer. J. Physiol. 199, 841 (1960)

6. F e l l n e r , O.

Experimentelle Untersuchungen über die
Wirkung von Gewebsextrakten aus der Pla-
centa und den weiblichen Sexualorganen
auf das Genitale.

Arch. Gynäk. 100, 641 (1913)

7. F r o b ö s e , G.

Über die Beziehungen zwischen Bindegewe-
be und Muskulatur in der Wand der schwan-
geren Gebärmutter.

Zschr. Geburtsh. 109, 31 (1934)

8. G o e r t t l e r , K.

Die Architektur der Muskelwand des mensch-
lichen Uterus und ihre funktionelle Bedeu-
tung.

Gegenbaurs Morph. Jb. 65, 45 (1930)

9. K n a u s , H.

Über die Hypertrophie der Uterusmuskulatur
in der Schwangerschaft.

Münch. med. Wschr. 76, 404 (1929)

10. Markee, J.E., Wells W.M. and Hinsey J.C.
Studies on uterine growth.
Anat. Rec. 64, 221 (1936)
11. Reynolds, S.R.M. and Kaminester, S.
Distension, a stimulus for uterine growth in
untreated, ovariectomised rabbits.
Amer. J. Physiol 116, 510 (1936)
12. S t i e v e , H.
Muskulatur und Bindegewebe in der Wand der
menschlichen Gebärmutter ausserhalb und wäh-
rend der Schwangerschaft, während der Geburt
und des Wochenbettes.
Zschr. mikrosk.- anat. Forsch., Leipzig 17,
371 (1929)
13. W o o d , C
J. Obstet. Gynec. Brit. commonwealth LXXI,
615, (1964)
14. Z i m m e r , F.
Das Wachstum der Uterusmuskulatur während
der Schwangerschaft und seine Stimulation.
Habil. Schrift (1963)
15. Zimmer, F., Castell R., Ewald P., Büttner K.P.
Die Bedeutung der Vergrösserung des trächtigen
Rattenuterus für Wandspannung, Dehnung und Funk-
tion des Myometrium.
Archiv für Gynäkologie 203, 217-225 (1966)

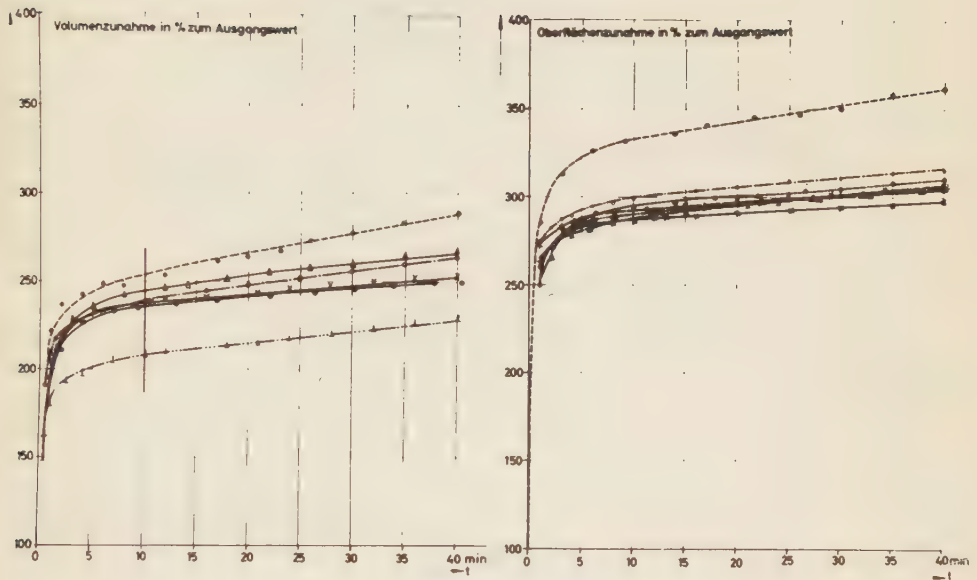


Abb. I a und b. Volumen- und Oberflächenzunahme von Uterushörnern hochträchtiger Ratten am 21. Tag der Tragzeit während einer Dehnung mit einem Druck von 10 mm Hg. a Volumenzunahme (linkes Diagramm) b (rechtes Diagramm).

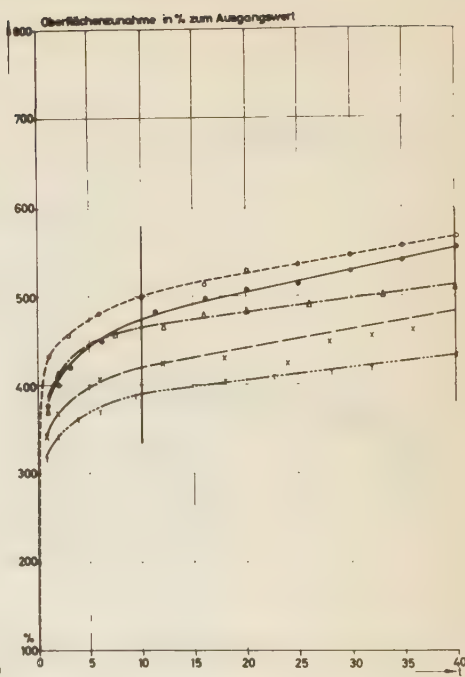
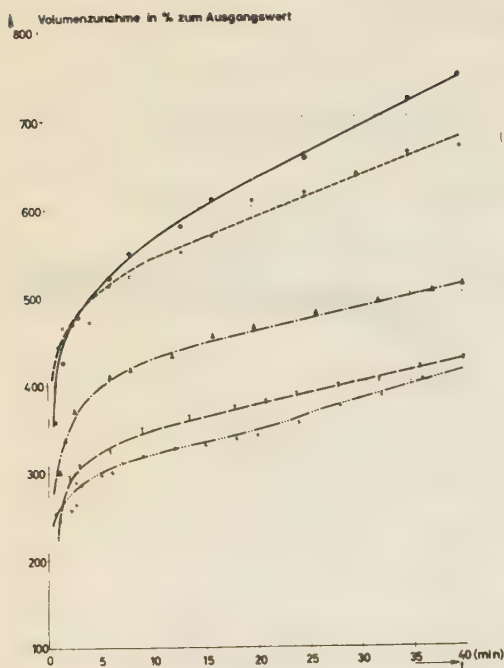
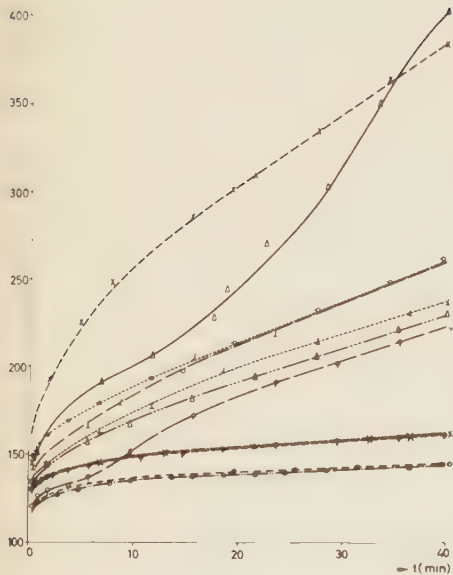


Abb. II a und b. Volumen- und Oberflächenzunahme von Uterushörnern steriler Ratten während einer Dehnung mit einem Druck von 10 mm Hg. a Volumenzunahme (linkes Diagramm) b Oberflächenzunahme (rechtes Diagramm).

Volumenzunahme in % zum Ausgangswert
500
(%)



Oberflächenzunahme in % zum Ausgangswert
500
(%)

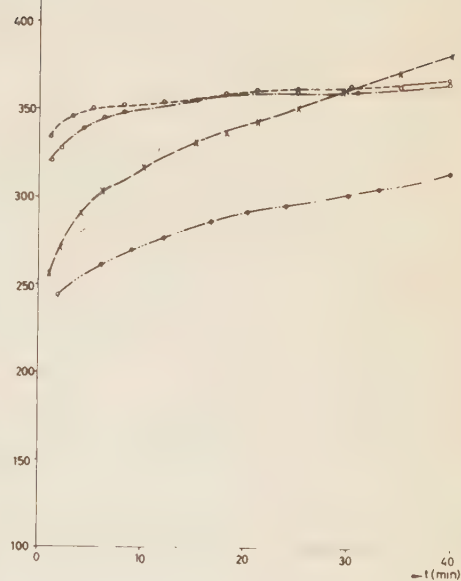


Abb. III a und b. Volumen- und Oberflächenzunahme von Uterushörnern nichtträchtiger Ratten während einer Dehnung mit einem Druck von 20 mm Hg. a Volumenzunahme (linkes Diagramm); b Oberflächenzunahme (rechtes Diagramm).

LEBENS LAUF

Am 8. Mai 1938 wurde ich als Sohn des praktischen Arztes Dr. Paul Büttner und seiner Ehefrau Senta Büttner, geb. Eder, in München geboren.

Nach Besuch der Volksschule in Dorfen trat ich 1950 in die Oberrealschule in Icking ein. Nach drei Jahren wechselte ich in die Luitpold - Oberrealschule in München über, wo ich 1960 das Abitur ablegte.

Seit dieser Zeit studierte ich an der Universität München Medizin. Am 2. Mai 1963 legte ich die ärztliche Vorprüfung ab und am 28. Juli 1966 habe ich das Staatsexamen mit Erfolg (Note II) bestanden.

Seit August 1966 bin ich als Medizinalassistent und nach halbjähriger interner Tätigkeit z. Zt. in der Chirurgischen Privatklinik Dr. Rinecker, München, tätig.

